

5AF-P01: พิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินต่อลูกปลานิลแดง
(Oreochromis niloticus mossambicus) ที่เลี้ยงในระดับ pH ต่างกัน
Acute toxicity of Formalin on Red Hybrid Tilapia Fingerling
(Oreochromis niloticus mossambicus) Cultured at Different pH Levels

ทัศนีย์ นลวชัย^{1*} และ กิตติ รอดศรี¹
Thasane Nonwachai^{1*} and Kitt Rodsre¹

บทคัดย่อ

การศึกษาพิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินที่ pH ต่าง ๆ ได้แก่ 5, 7 และ 9 โดยใช้วิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (static bioassay) เพื่อหาค่าความเป็นพิษที่ทำให้ลูกปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus mossambicus*) ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง (24-hr LC50) แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ การทดลองขั้นต้น และการทดลองอย่างละเอียด เพื่อสังเกตพฤติกรรมและอัตราการตายของลูกปลานิลแดง ผลการทดลองพบว่า ฟอร์มาลินมีความเป็นพิษมากที่สุดระดับ pH 9 โดยมีระดับความเข้มข้นสูงสุดของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกปลานิลแดงรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 40 ppm ระดับความเข้มข้นต่ำสุดของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกปลานิลแดงตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 140 ppm และมีค่า 24-hr LC50 เท่ากับ 84.30 (73.50-97.23) ppm รองลงมาได้แก่ pH 5 ซึ่งมีระดับความเข้มข้นสูงสุดของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกปลานิลแดงรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 50 ppm ระดับความเข้มข้นต่ำสุดของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกปลานิลแดงตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 200 ppm และมีค่า 24-hr LC50 เท่ากับ 99.79 (83.70-119.00) ppm ในขณะที่ pH 7 มีระดับความเข้มข้นสูงสุดของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกปลานิลแดงรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 50 ppm และระดับความเข้มข้นต่ำสุดของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกปลานิลแดงตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 200 ppm และมีค่า 24-hr LC50 เท่ากับ 105.01 (90.43-122.12) ppm แสดงให้เห็นว่าระดับ pH ที่แตกต่างกันมีผลต่อความเป็นพิษของฟอร์มาลินและอัตราการตายของลูกปลานิลแดง

คำสำคัญ: พิษเฉียบพลัน ฟอร์มาลิน ปลานิลแดง

Abstract

The acute toxicity of formalin on red hybrid tilapia fingerling (*Oreochromis niloticus mossambicus*) was investigated at pH 5, 7 and 9. Static bioassay was used to determine the 24-hr LC50. The experiment was divided into two periods: range finding test and definitive test for observe the behavior and mortality of red hybrid tilapia fingerling. The results indicated that formalin had the most toxic at pH 9 which had the highest concentration of formalin needed to survive 100 percent red hybrid tilapia was 40 ppm and the lowest concentration of formalin needed to kill 100 percent of red hybrid tilapia was 140 ppm and the 24-hr LC50 was 84.30 (73.50-97.23) ppm. Followed by pH 5 which had the highest concentration of formalin needed to survive 100 percent red hybrid tilapia was 50 ppm and the lowest concentration of formalin needed to kill 100 percent of red hybrid tilapia was 200 ppm and the 24-hr LC50 was 99.79 (83.70-119.00) ppm. While at pH 7 the highest concentration of formalin needed to survive 100 percent red hybrid tilapia was 50 ppm and the lowest concentration of formalin needed to kill 100 percent of red hybrid tilapia was 200 ppm and the 24-hr LC50 was 105.01 (90.43-122.12) ppm. The results from this study were shown that different pH levels had an effect on toxicity of formalin and mortality rate of red hybrid tilapia fingerling.

Keywords: Acute toxicity, Formalin, Red Hybrid Tilapia

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

¹ Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

* Corresponding author. E-mail: tsnonwachai@gmail.com

บทนำ

ปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus mossambicus*) เป็นสัตว์น้ำชนิดหนึ่งที่เกษตรกรรู้จักกันเป็นอย่างดี นิยมทำการเพาะเลี้ยงอย่างแพร่หลาย มีการพัฒนารูปแบบการเพาะเลี้ยงอย่างต่อเนื่องและเป็นอาชีพที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงเป็นอย่างมาก (จตุรงค์, 2547) แต่ในปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลแดงหลายรายต้องประสบปัญหาต่าง ๆ ในการเลี้ยงปลา ทั้งปัญหาน้ำในบ่อเน่าเสียจากรูปแบบการเลี้ยงแบบหนาแน่นสูง (intensive culture system) และปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือการเกิดโรคจากปรสิต เช่น เห็บระฆัง ปลิงใส และเห็บปลา เป็นต้น (ชนกันต์, 2556) ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงหลายรายต้องประสบปัญหาขาดทุน และบางรายต้องเลิกเลี้ยงปลานิลไป (จตุรงค์, 2547)

การรักษาโรคจากปรสิตในปลาสวยงามและปลาที่เลี้ยงเป็นอาหารเกษตรกรนิยมใช้ ฟอร์มาลิน (Formalin) ในการรักษา นอกจากนี้ยังนิยมใช้ฟอร์มาลินในการป้องกันและกำจัดเชื้อราบนไข่ปลาในระยะฟักตัว ฟอร์มาลินเป็นสารประกอบของฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) กับน้ำ ที่มีความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ประมาณ 37-40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และมักมีส่วนผสมของเมทานอลประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันการเปลี่ยนรูปไปเป็นพาราฟอร์มัลดีไฮด์ซึ่งมีพิษมากกว่า (สุปราณี และคณะ, 2543) ในการป้องกันและรักษาโรคสัตว์น้ำนิยมใช้ฟอร์มาลินความเข้มข้น 30-50 ppm ในกรณีที่ใช้ฟอร์มาลินในความเข้มข้น 100-150 ppm อาจเป็นผลดีต่อการรักษาแต่อาจเป็นพิษต่อสัตว์น้ำด้วยเช่นกัน ปลาที่สัมผัสกับฟอร์มาลินที่มีความเข้มข้นสูงถึงระดับหนึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อและสรีระวิทยา รวมถึงอาจทำให้ปลาตายได้ (เต็มดวง และคณะ, 2530) นอกจากนี้การใช้ฟอร์มาลินจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำได้ทั้งในด้านของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ หรือ ระดับ pH หากมีการใช้ฟอร์มาลินกับสัตว์น้ำในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำตามมา

ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินต่อลูกปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus mossambicus*) ที่เลี้ยงในระดับ pH ต่างกัน เพื่อทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับ pH และความเข้มข้นของฟอร์มาลิน และประเมินหาระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินที่เหมาะสมในการใช้ในพื้นที่มีระดับ pH ต่างกัน รวมทั้งเป็นแนวทางในการใช้สารฟอร์มาลินในการฆ่าเชื้อปรสิตในสัตว์น้ำอย่างปลอดภัย

วิธีการศึกษา

การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำปลานิลแดงที่มีความยาว 2 เซนติเมตร จากแหล่งจำหน่ายพันธุ์ปลาที่จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 1,000 ตัว มาปรับสภาพ ณ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา ในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 500 ลิตร เป็นเวลา 3 วัน ให้อากาศอย่างเพียงพอและให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น ก่อนนำปลามาใช้ในการทดลอง

การเตรียมน้ำและการปรับ pH

นำน้ำประปามาพักและทำให้ปราศจากคลอรีน จากนั้นตรวจสอบคลอรีนที่ตกค้างโดยใช้ชุดทดสอบคลอรีน แล้วนำน้ำที่พักไว้มาปรับระดับ pH ของน้ำให้ได้ระดับ pH ที่ระดับ 5, 7 และ 9 โดยใช้สาร CH_3COOH (Acetic acid) ในการลดระดับ pH และใช้ Sodium hydroxide (NaOH) ในการเพิ่มระดับ pH เตรียมน้ำใส่ถังขนาด 500 ลิตร โดยค่อย ๆ เติมสารที่ใช้สำหรับปรับระดับ pH ลงในถังจนได้ระดับ pH ที่ต้องการโดยใช้ pH meter ในการวัดค่า pH

การเตรียมสารฟอร์มาลิน

เตรียม stock solution ของฟอร์มาลินโดยตวงฟอร์มาลินปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ได้ 1,000 มิลลิลิตรเพื่อให้ได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1,000 ppm

การศึกษาพิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินต่อลูกปลานิลแดงที่เลี้ยงในระดับ pH ต่างกัน

คัดเลือกปลาที่ผ่านการปรับสภาพแล้วมาทดลองเพื่อหาระดับความเข้มข้นของสารฟอร์มาลินที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้วิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (static bioassay) ตามวิธีของ American Public Health Association [APHA] (1992) แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ การทดลองขั้นต้น และการทดลองอย่างละเอียด

การทดลองขั้นต้น (range finding test) หาระดับความเข้มข้นช่วงกว้าง ๆ คือระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ทำให้ลูกปลานิลแดงรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ และระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้ลูกปลานิลแดงตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 24 ชั่วโมง โดยกำหนดความเข้มข้นของสารฟอร์มาลินในระดับ pH 5 และ 7 ออกเป็น 11 ระดับ ได้แก่ 0 (ชุดควบคุม), 20, 50, 80, 110, 140, 170, 200, 230, 260 และ 290 ppm ส่วนระดับ pH 9 กำหนดระดับความเข้มข้นออกเป็น 11 ระดับ ได้แก่ 0, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 140 ppm ทำการทดลองในโหลขนาด 2.5 ลิตร ปรับระดับ pH ก่อนเริ่มการทดลองให้ได้ pH ระดับ 5, 7 และ 9 ปรับความเข้มข้นของฟอร์มาลินในโหลตามที่กำหนด โดยในโหลจะมีปริมาตรน้ำรวมกับสารฟอร์มาลิน เท่ากับ 1,500 มิลลิลิตร หลังจากนั้นใส่สัตว์ทดลองลงไปในโหลละ 10 ตัว แต่ละความเข้มข้นทำการทดลองความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ สังเกตและบันทึกผลจำนวนสัตว์ทดลองที่ตายภายใน 24 ชั่วโมง และนำค่าความเข้มข้นที่ได้ไปจัดระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทดลองอย่างละเอียดต่อไป

การทดลองอย่างละเอียด (definitive test) จัดระดับความเข้มข้นซึ่งอยู่ในช่วงที่ลูกปลานิลแดงรอดตายและตาย 100 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองขั้นต้นมาหาระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกปลานิลแดงตายครึ่งหนึ่ง ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยกำหนดความเข้มข้นของสารฟอร์มาลินในแต่ละระดับ pH โดยวิธีลอการิทึม ดังนี้ ระดับ pH 5 และ 7 กำหนดระดับความเข้มข้นของสารฟอร์มาลินออกเป็น 7 ระดับ ได้แก่ 0, 50, 65.30, 86.90, 114.90, 151.70 และ 200 ppm ส่วนระดับ pH 9 กำหนดระดับความเข้มข้นออกเป็น 7 ระดับ ได้แก่ 0, 40, 51.38, 66.00, 84.80, 108.94 และ 140 ppm ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองขั้นต้น เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองนำข้อมูลจำนวนการตายของสัตว์ทดลองในแต่ละระดับความเข้มข้นไปคำนวณหาความเข้มข้นที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ในเวลา 24 ชั่วโมงโดยวิเคราะห์ข้อมูลแบบโปรบิตตามวิธีของ Finney (1997)

ผลการศึกษา

จากการศึกษาพิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินต่อลูกปลานิลแดงที่เลี้ยงในระดับ pH ต่างกันภายใน 24 ชั่วโมงพบว่า ที่ระดับ pH 5 และ 7 มีระดับความเข้มข้นสูงสุดของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกปลานิลแดงรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ และ ระดับความเข้มข้นต่ำสุดของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกปลานิลแดงตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เท่ากันเท่ากับ 50 และ 200 ppm ตามลำดับ โดยมีค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง (24-hr LC_{50}) ของฟอร์มาลินต่อลูกปลานิลแดงที่ระดับ pH 5 และ 7 เท่ากับ 99.79 (83.70-119.00) และ 105.01 (90.43-122.12) ppm ตามลำดับ

ในขณะที่ระดับ pH 9 ระดับความเข้มข้นสูงสุดของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกปลานิลแดงรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 40 ppm และระดับความเข้มข้นต่ำสุดของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกปลานิลแดงตาย 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 140 ppm โดยมีค่า 24-hr LC₅₀ เท่ากับ 84.30 (73.50-97.23) ppm (Table 1-3)

Table 1 Cumulative mortality of Tilapia Fingerling (*Oreochromis niloticus mossambicus*) after exposure to formalin at pH 5, 7 and 9 for 24 hours (range finding test)

Concentration of formalin (ppm)	Replication			Total	Average	Percent
	1	2	3			
pH 5						
0	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
20	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
50	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
80	1	0	2	3	1.00	10.00±10.00
110	1	2	2	5	1.67	16.67±5.77
140	4	2	3	9	3.00	30.00±10.00
170	8	8	9	25	8.33	83.33±5.77
200	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
230	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
260	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
290	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
pH 7						
0	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
20	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
50	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
80	0	1	1	2	0.67	6.67±5.77
110	1	1	3	5	1.67	16.67±11.54
140	5	6	5	16	5.33	53.33±5.77
170	6	10	10	26	8.67	86.67±23.10
200	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
230	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
260	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
290	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00

pH 9						
0	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
30	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
40	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
50	0	1	1	2	0.67	6.67±5.77
60	1	1	2	4	1.33	13.33±5.77
70	3	2	2	7	2.33	23.33±5.77
80	5	4	5	14	4.67	46.67±5.77
90	5	7	6	18	6.00	60.00±10.00
100	6	6	5	17	5.67	56.67±5.77
110	9	9	8	26	8.67	86.67±5.77
140	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00

Table 2 Cumulative mortality of Tilapia Fingerling (*Oreochromis niloticus mossambicus*) after exposure to formalin at pH 5, 7 and 9 for 24 hours (definitive test)

Concentration of formalin (ppm)	Replication			Total	Average	Percent
	1	2	3			
pH 5						
0.00	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
50.00	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
65.30	3	3	2	8	2.67	26.67±5.77
86.90	5	5	5	15	5.00	50.00±0.00
114.90	5	5	7	17	5.67	56.67±11.54
151.70	9	9	8	26	8.67	86.67±5.77
200.00	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
pH 7						
0.00	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
50.00	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
65.30	2	2	1	5	1.67	16.67±5.77
86.90	3	2	4	9	3.00	30.00±10.00
114.90	6	6	4	16	5.33	53.33±11.54
151.70	9	9	10	28	9.33	93.33±5.77
200.00	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00

pH 9						
0.00	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
40.00	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
51.38	2	1	2	5	1.67	16.67±5.77
66.00	2	2	3	7	2.33	23.33±5.77
84.80	5	5	4	14	4.67	46.67±10.00
108.94	8	9	7	24	8.00	80.00±10.00
140.00	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00

Table 3 The 24-hr LC₅₀ of formalin on Tilapia Fingerling (*Oreochromis niloticus mossambicus*) at pH 5, 7 and 9

pH	LC50 (ppm)	Lower limit at 95% (ppm)	Upper limit at 95% (ppm)
5	99.79	83.70	119.00
7	105.01	90.43	122.12
9	84.30	73.50	97.23

อภิปรายผล

จากการศึกษาพิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินต่อลูกปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus mossambicus*) ที่เลี้ยงในระดับ pH ต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 5, 7 และ 9 เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้วิธีชีววิเคราะหแบบน้ำนิ่ง (static bioassay) พบว่า ค่า LC₅₀ ของฟอร์มาลินต่อลูกปลานิลแดงที่เลี้ยงในระดับ pH 9 มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 84.30 (73.50-97.23) ppm รองลงมา คือ ปลานิลแดงที่เลี้ยงในระดับ pH 5 และ 7 ซึ่งมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 99.80 (83.70-119.00) และ 105.01 (90.43-122.12) ppm ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระดับ pH ที่แตกต่างกันมีผลต่อความเป็นพิษของฟอร์มาลิน และอัตราการตายของลูกปลานิลแดงโดยระดับ pH 9 จะทำให้ฟอร์มาลินมีความเป็นพิษต่อลูกปลานิลแดงมากที่สุด รองลงมา คือระดับ pH 5 และ 7 ตามลำดับ

ระดับ pH ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะมีค่าอยู่ที่ 6.5-9 หากระดับ pH มีค่าต่ำกว่า 6.5-4 จะส่งผลให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตที่ช้าลง ให้ผลผลิตต่ำ ระบบการสืบพันธุ์ชะงัก หากระดับ pH มีค่าต่ำกว่า 4 จะส่งผลทำให้สัตว์น้ำตายได้ และหากระดับ pH มีค่าสูงตั้งแต่ 9-11 จะทำให้ผลผลิตต่ำ สัตว์น้ำจะโตช้า และ ถ้าระดับ pH มีค่าเกินกว่า 11 จะทำให้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ส่งผลทำให้สัตว์น้ำตายได้ (นฤมล, 2544) ในการศึกษาครั้งนี้ลูกปลานิลแดงที่เลี้ยงในระดับ pH 5 และ 9 จะได้รับผลกระทบจากฟอร์มาลินมากกว่าลูกปลานิลแดงที่เลี้ยงในระดับ pH 7 ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยในด้านของปริมาณฟอร์มาลินที่ลูกปลานิลแดงได้รับแล้ว อาจมีผลมาจากระดับ pH ด้วย เช่น การศึกษาของ วารินทร์ และคณะ (2549) ที่ศึกษาผลของ pH ของน้ำ ต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปลานิลแดงที่อนุบาลในถังไฟเบอร์กลาส พบว่า ลูกปลานิลแดงที่อนุบาลโดยใช้น้ำที่มี pH 8.5 มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 71.66±2.09 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าที่ใช้น้ำที่มี pH 8.0 และ 9.0 ซึ่งมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 59.92±3.09 และ 49.04±4.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลูกปลานิลแดงที่เลี้ยงในระดับ pH 9 และได้รับฟอร์มาลินในระดับความเข้มข้นที่สูง เมื่อมีการตายของสัตว์เกิดขึ้น จะส่งผลให้เกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ และเกิดการสะสมของแอมโมเนีย (NH₃) และของเสียต่าง ๆ ภายในโหล

ทดลองมากกว่าลูกปลานิลแดงที่ได้รับฟอร์มาลินในระดับความเข้มข้นที่ต่ำ หากความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงจนถึงระดับที่เป็นพิษ (0.47 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ pH 9) จะส่งผลทำให้ลูกปลานิลแดงมีอัตราการตายที่เพิ่มมากขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ลูกปลานิลแดงที่เลี้ยงในระดับ pH 9 จึงมีอัตราการตายของลูกปลานิลแดงมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับลูกปลานิลแดงที่เลี้ยงใน pH 5 และ 7 ซึ่งมีสาเหตุมาจากฟอร์มาลินที่ใช้ในการทดสอบ ประกอบกับระดับ pH 9 เป็นระดับ pH ที่ทำให้ NH_3 มีพิษเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับอีก 2 pH ที่ใช้ในการทดลอง อัตราการตายของลูกปลานิลแดงจึงสูงกว่าอีก 2 ระดับ pH

ลูกปลานิลแดงที่เลี้ยงในระดับ pH 5 มีอัตราการตายใกล้เคียงกับ pH 9 ที่ได้รับฟอร์มาลินในระดับความเข้มข้นที่สูง เนื่องจากในน้ำที่ระดับ pH 5 มีความเป็นกรด เมื่อได้รับฟอร์มาลินที่มีฤทธิ์เป็นกรดจะทำให้ไนโตรเจนในน้ำมีระดับ pH ที่ต่ำลง ส่งผลทำให้ลูกปลานิลแดงมีอัตราการตายมากกว่าลูกปลานิลแดงที่เลี้ยงในระดับ pH 7 แต่อัตราการตายจะน้อยกว่าลูกปลานิลแดงที่เลี้ยงในระดับ pH 9 ที่มีปัจจัยในด้านของความเป็นพิษจากการสะสมของแอมโมเนียในน้ำทดลอง

ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ระดับ pH มีผลต่อความเป็นพิษของฟอร์มาลินนั้น มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Bills *et al.* (1977) ที่พบว่าในน้ำที่มี pH 9.5 ฟอร์มาลินมีความเป็นพิษมากกว่าน้ำที่ระดับ pH 6.5 และ 8.5 แต่ไม่สอดคล้องกับ เต็มดวง (2530) ซึ่งทำการเปรียบเทียบความเป็นพิษของฟอร์มาลินต่อปลาในน้ำที่มีระดับ pH ต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 6.5, 7.5 และ 8.5 และพบว่าระดับ pH ของน้ำดังกล่าวไม่มีผลต่อความเป็นพิษของฟอร์มาลิน

ฟอร์มาลินเป็นสารละลายที่ประกอบด้วยฟอร์มาดีไฮด์ 37-40 เปอร์เซ็นต์ ในการใช้ถือว่าเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ในธุรกิจการเลี้ยงสัตว์น้ำมีสูตรทางเคมีคือ CH_2O ซึ่งปกติจะมีเมธานอลผสมอยู่ประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันไม่ให้ฟอร์มาลินเปลี่ยนรูปเป็นพาราฟอร์มาดีไฮด์ซึ่งเป็นพิษมากกว่าฟอร์มาลินมาก ลักษณะโดยทั่วไปของฟอร์มาลิน คือ เป็นสารละลายใส มีกลิ่นฉุน เป็นสารรีดิวซ์รุนแรง สามารถรวมตัวได้กับน้ำ แอลกอฮอล์ แต่ฟอร์มาลินไม่สามารถใช้ร่วมกับสารดังต่อไปนี้คือ ด่างทับทิม ไอโอดีน และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ฟอร์มาลินที่เก็บไว้นาน หรือ เก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาฟาเรนไฮต์ (4.4 องศาเซลเซียส) จะมีลักษณะเป็นตะกอนสีขาวจึงไม่ควรนำไปใช้เพราะจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ฟอร์มาลินมีผลไปลดค่า pH โดยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันดึงออกซิเจนออกจากน้ำแล้วเปลี่ยนเป็นกรดฟอร์มิคทำให้ pH ลดลงประมาณ 2.8-4.0 นอกจากนี้ฟอร์มาลินมีผลไปลดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้โดยตรง ซึ่งฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้นสูง ๆ สามารถลดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลงได้มากกว่าที่ระดับความเข้มข้นต่ำ นอกจากนี้ฟอร์มาลินยังส่งผลไปลดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้ทางอ้อมโดยการฆ่าแพลงก์ตอนพืชบางส่วนทำให้การผลิตออกซิเจนโดยการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชลดลง ในขณะที่เดียวกันมีการใช้ออกซิเจนเพื่อย่อยสลายแพลงก์ตอนโดยจุลินทรีย์ จึงมีผลทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงได้มากกว่าปกติ (ชลอ, 2543)

ฟอร์มาลินเป็นสารเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้ในการรักษาโรคในสัตว์น้ำ ฆ่าเชื้อโรคในแหล่งน้ำ และยังใช้กำจัดปรสิตภายนอกตัวปลาได้อีกด้วย วินิจ และคณะ (2530) ศึกษาความเป็นพิษของฟอร์มาลินที่ระยะเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ต่อลูกกุ้งก้ามกรามอายุ 2 สัปดาห์พบว่าค่า LC_{50} มีค่าเท่ากับ 178, 118, 96 และ 80 ppm ตามลำดับ สามารถประมาณระดับเริ่มเป็นพิษได้เท่ากับ 65 ppm ซึ่งความเข้มข้นดังกล่าวสูงกว่าความเข้มข้นที่ใช้ในการกำจัด ไพรโทซัวพวก *Zoothamnium* ซึ่งปกติจะใช้ในความเข้มข้น 50 ppm หากต้องการใช้ความเข้มข้นสูงกว่านี้ในการกำจัดพวกไพรโทซัวก็ไม่ควรใช้เกินกว่า 65 ppm จะเป็นการปลอดภัยต่อลูกกุ้งก้ามกรามในช่วงอายุประมาณ 2 สัปดาห์ สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่า ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินที่เริ่มมีความเป็นพิษโดยทำให้ลูกปลานิลแดงตายที่ระดับ pH 5, 7 และ 9 มีค่าเท่ากับ 80, 80 และ 50 ppm ตามลำดับ

การใช้ฟอร์มาลินในสัตว์น้ำควรคำนึงถึงขนาด และชนิดของสัตว์น้ำ เนื่องจากสัตว์น้ำที่มีขนาด หรือชนิดที่ต่างกัน จะมีความทนทานต่อฟอร์มาลินที่ไม่เท่ากัน เช่น การศึกษาของ เต็มดวง (2530) ที่พบว่า ค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง ของฟอร์มาลินต่อปลาไนอยู่ระหว่าง 106.1- 128.8 ppm เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ Bills *et al.* (1977) พบว่า ค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง ของฟอร์มาลินต่อปลา Rainbow Trout (*Salmon gairdneri*) มีค่าอยู่ระหว่าง 99.7-140 ppm และค่า LC_{50} ของฟอร์มาลินต่อปลา Bluegill 101 (*Leponis niacrocchirus*) มีค่าอยู่ระหว่าง 80-125 ppm ส่วนในการใช้ฟอร์มาลินในสัตว์น้ำที่ขนาดต่างกัน สิริ และเพิ่มศักดิ์ (2528) รายงานว่าค่า LC_{50} ของฟอร์มาลินที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง สำหรับลูกกุ้งระยะ Mysis 1 และ 11 มีค่าเท่ากับ 1.34 ppm ส่วนลูกกุ้งระยะ Post larva 1 และ 11 มีค่าเท่ากับ 4.15 ppm

การใช้ฟอร์มาลินควรคำนึงถึงระดับ pH และปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำด้วย เพราะฟอร์มาลินสามารถลดระดับ pH ในน้ำได้ จึงควรมีการตรวจวัดระดับ pH ก่อนที่จะใส่ฟอร์มาลินลงในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และฟอร์มาลินยังสามารถลดปริมาณออกซิเจนในน้ำได้โดยตรง ดังนั้นเวลาใช้ควรระวังปัญหาการขาดออกซิเจน ถ้าใส่ฟอร์มาลินลงในตู้กระจกหรือบ่อปูนควรเพิ่มออกซิเจนลงในน้ำโดยการเปิดเครื่องอัดอากาศแรง ๆ กรณีใส่ลงในบ่อดินควรสังเกตสีของน้ำก่อนถ้ามีสีเขียวจัดควรเปิดเครื่องตีน้ำ หรือ ใช้การพ่นน้ำขึ้นไปในอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนด้วย (สุปราณี และคณะ, 2543)

จากการสังเกตพฤติกรรมของลูกปลานิลแดงในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ พบว่า ลูกปลานิลแดงที่เลี้ยงในระดับ pH 5, 7 และ 9 เมื่อได้รับฟอร์มาลินในระดับความเข้มข้นที่สูงตั้งแต่ 80, 80 และ 50 ppm ขึ้นไป ตามลำดับ ลูกปลานิลแดงจะเริ่มมีการว่ายน้ำช้าลง มีการลอยหัวขึ้นสู่ผิวน้ำ การเปิดปิดกระพุ้งแก้มถี่ขึ้น และมีการขับเมือกออกมากกว่าปกติ สอดคล้องกับการศึกษาของ เต็มดวง (2529) ที่รายงานลักษณะอาการของปลาที่ตอบสนองต่อฟอร์มาลินโดยการขึ้นมาลอยตัวที่ผิวน้ำและมีการเปิดปิดกระพุ้งแก้มถี่ ๆ ซึ่งปลาที่อยู่ในน้ำที่มีฟอร์มาลินจะมีการเพิ่มอัตราการหายใจเนื่องจากฟอร์มาลินไปมีผลทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง พฤติกรรมที่ลูกปลานิลแดงมีการลอยหัวขึ้นสู่ผิวน้ำ เกิดจากปฏิกิริยาการป้องกันสารเคมีเริ่มแรกของเหงือกปลา คือ การเชื่อมเข้าหากันของซี่เหงือก ซึ่งทำให้ปลาลดการสัมผัสกับน้ำที่ใช้ทดลอง และส่งผลถึงอัตราการรับออกซิเจนที่น้อยลงในความเข้มข้นของฟอร์มาลินที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้เซลล์ใน gill lamellae อัดตัวกันแน่นขึ้นซึ่งจะทำให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างเลือด และน้ำเกิดขึ้นได้น้อยลง (ทัศนียา, 2552)

Wedemeyer (1971) รายงานว่าปลา Rainbow Trout และปลา Coho Salmon ที่สัมผัสกับฟอร์มาลินจะมีอัตราการหายใจลดลง 10-15 เปอร์เซ็นต์ ภาสกร และ ยงยุทธ (2539) รายงานว่าพิษเฉียบพลันของ pH จะเข้าไปทำลายเหงือกและผิวหนังโดยตรงทำให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนลดลง โดยควรปรับ pH ให้สูงกว่า 6.16 จะช่วยลดอัตราการตายได้

นอกจากนี้ฟอร์มาลินยังมีผลต่อตัวปลาโดยตรง ปลาที่สัมผัสกับฟอร์มาลินที่มีความเข้มข้นสูงถึงระดับหนึ่ง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อและสรีรวิทยา เพราะว่าฟอร์มาลินมีผลไปกัดกร่อนร่างกายภายนอก ส่วนภายในเนื้อเยื่อจะถูกทำลายและทำให้เนื้อปลามีลักษณะแข็ง รวมทั้งอาจทำให้ปลาตายได้ (เต็มดวง, 2529) เนื้อเยื่อที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด ได้แก่ เนื้อเยื่อเหงือก หากเหงือกถูกทำลายจะส่งผลให้ระบบการแลกเปลี่ยนไอออน (ion regulation) ทำงานผิดปกติรวมทั้งความดันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะไปมีผลทำให้ระบบเมตาบอลิซึมในร่างกายลดลง ทำให้ปลาเฉื่อยชาว่ายน้ำช้าลง สำหรับบางครั้งที่พบว่าปลาตายมีอาการคล้ายกับมีเลือดคั่งที่หัว หรือตกเลือดในช่องท้องอาจเกิดจากการที่ปลาได้รับออกซิเจนต่ำกว่าปกติเป็นเวลานาน (Wedemeyer and Yasutake, 1974)

สรุป

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ระดับ pH ที่แตกต่างกันมีผลต่อความเป็นพิษของฟอร์มาลินและอัตราการตายของลูกปลานิลแดง โดยระดับ pH 9 จะทำให้ฟอร์มาลินมีความเป็นพิษต่อลูกปลานิลแดงมากที่สุด รองลงมา คือระดับ pH 5 และ 7 ตามลำดับ ดังนั้น ในการประยุกต์ใช้ฟอร์มาลินทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เกษตรกรควรคำนึงถึงระดับ pH ในบ่อน้ำ โดยควรตรวจวัดระดับ pH ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ก่อนที่จะทำการเติมสารฟอร์มาลินลงไป เพื่อป้องกันไม่ให้สัตว์น้ำได้รับอันตราย และทำให้การใช้ฟอร์มาลินเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

- จตุรงค์ พึ่งผล. (2547). พิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินต่อลูกกุ้งขาว. ปัญหาพิเศษ. สถาบันราชภัฏเพชรบุรี, เพชรบุรี.
- ชลอ ลิ้มสุวรรณ. (2543). กุ้งไทย 2000. กรุงเทพฯ : เจริญรัฐการพิมพ์.
- ชนกันต์ จิตมนัส. (2556). โรคปลานิล. เชียงใหม่สัตว์แพทยสาร, 11(1), 75-86.
- เต็มดวง พึ่งขจรบุญ. (2529). ความเป็นพิษและผลของฟอร์มาลินในระดับที่ไม่ทำให้ปลาตายต่อปลาน้ำจืดบางชนิด (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- เต็มดวง พึ่งขจรบุญ, ชลอ ลิ้มสุวรรณ, และสุปราณี ชินบุตร. (2530). ความเป็นพิษของฟอร์มาลินต่อปลาไน (รายงาน ผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทัศนียา มูลเข้า. (2552). ผลกระทบของไกลโฟเสทและพาราควอตต่อปลานิลและปลาตะเพียนขาว (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- นฤมล อัสวเกศมณี. (2544). เอกสารประกอบการสอนวิชาการเลี้ยงปลาน้ำจืด. นครศรีธรรมราช: ราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- ภาสกร ฤมพลกรัง, และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. (2539). พิษเฉียบพลันของความเป็นกรดต่างจากน้ำพุต่อลูกปลา กะพงขาวขนาด 3-5 นิ้ว (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, ภูมิพรพรณ ฉัตรภูมิ, และศิริภรณ์ โคตะมี. (2549). ผลของอาหารต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าที่อนุบาลในที่กักขัง (รายงานผลการวิจัย). สมุทรสาคร: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร กรมประมง.
- วินิจ ต้นสกุล ทองสุข แซ่ลี และเอกสิทธิ์ แซ่โล้ว. (2530). พิษเฉียบพลันและผลกระทบของการใช้ฟอร์มาลินต่อลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ : สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง
- สิริ ทุกขวินาศ, และเพิ่มศักดิ์ เพ็งมาก. (2528). พิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินต่อลูกกุ้งแชบ๊วยวัยอ่อน (รายงานผลการวิจัย). สงขลา: สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรมประมง.
- สุปราณี ชินบุตร, เต็มดวง สมศิริ, และพรเลิศ จันทรรักษ์กุล. (2543). ยาและสารเคมีเพื่อการป้องกันและรักษาโรคสัตว์น้ำ (รายงาน ผลการวิจัย). กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยสุขภาพสัตว์น้ำ กรมประมง.
- American Public Health Association (APHA). (1992). Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. Washington: American Public Health Association.
- Bills, T.D., L.L. Marking and J.H. Chandler, Jr. (1977). Formalin: Its toxicity to nontarget aquatic organisms, persistence, and counteraction (research report). Washington, D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service United States Department of The Interior Invest Fish Control.
- Finney, D. J. (1997). Probit analysis. England: Cambridge University.
- Wedemeyer, G. (1971) The stress of formalin treatments in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 28(12), 1899-1904.
- Wedemeyer, G., and W.T. Yasutake. (1974). Stress of formalin treatment in juvenile spring chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and steelhead trout (*Salmo gairdneri*). Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 31(2), 179-184.